

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 152 128 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.11.2001 Patentblatt 2001/45

(51) Int Cl.7: **F01L 9/04**

(21) Anmeldenummer: 01108706.1

(22) Anmeldetag: 06.04.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 29.04.2000 DE 10021132

(71) Anmelder: Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)

(72) Erfinder:
• Krämer, Gerd
82065 Balerbrunn (DE)
• Rekewitz, Gert
83607 Holzkirchen (DE)
• Meder, Georg
80331 München (DE)
• Beattie, Tim
CV32 5QX Leamington Spa (GB)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur elektronischen Steuerung von Aktuatoren einer Brennkraftmaschine mit variabler Gaswechselsteuerung**

(57) Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur elektronischen Steuerung von Aktuatoren einer Brennkraftmaschine mit variabler Gaswechselsteuerung mittels eines Saugrohrdruckmodells, bei dem der Zusammenhang zwischen Zylinderfüllung und Saugrohrdruck durch eine Gerade mit Steigung und Offset beschrieben wird, werden die Steigung und/oder der Offset abhängig von der Ventilüberschneidungsfläche bestimmt. Vorzugsweise werden die Steigung und/oder der Offset auch abhängig von der Lage der Ventilüberschnel-

ungsfläche bestimmt. Die Lage der Ventilüberschneidungsfläche kann durch den Abstand des Schwerpunktes der Ventilüberschneidungsfläche zu einem Referenz-Kurbelwellenwinkel bestimmt werden.

Durch die Erfindung wird die Steuerung einer Brennkraftmaschine in Kraftfahrzeugen mit einer Gaswechselsteuerung (z. B. mit variabler Nockenwellenverdrehung und/oder Nockenwellenumschaltung zur stufenlosen Änderung der Ventilsteuerzeit und/oder des Ventilhubes) im Hinblick auf die Genauigkeit und die Flexibilität verbessert.

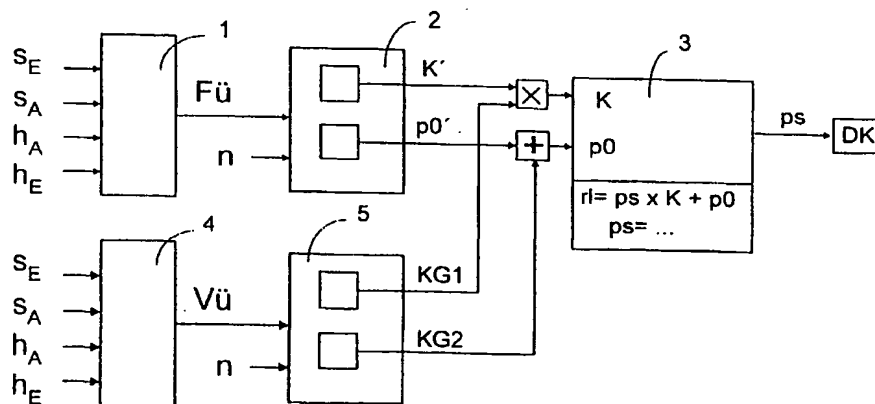


Fig. 3

EP 1 152 128 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur elektronischen Steuerung von Aktuatoren einer Brennkraftmaschine mit variabler Gaswechselsteuerung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 4.

[0002] Ein derartiges Verfahren und eine derartige Vorrichtung zur elektronischen Steuerung von Aktuatoren einer Brennkraftmaschine mit variabler Gaswechselsteuerung ist insbesondere aus der DE 43 25 902 A1 bekannt. Aktuatoren der Brennkraftmaschine sind dabei z. B. eine Drosselklappe, Einspritzventile und mindestens ein Stellmotor zur Nockenwellenverdrehung und/oder Nockenwellenumschaltung. Ein Beispiel für eine Nockenwellenverdrehung und/oder eine Nockenwellenumschaltung zur stufenlosen Änderung der Ventilsteuerzeit und des Ventilhubes ist auf den Seiten 246 und 247 des Fachbuches "Autoelektrik, Autoelektronik am Ottomotor", Bosch, VDI-Verlag, 1994, beschrieben. Die Änderung des Ventilhubes ist auch unter dem Begriff variabler Ventiltrieb (VVT) bekannt. Die Änderung der Ventilsteuerzeiten (insbesondere der Öffnungszeiten der Einlaß- und/oder Auslaßventile bezogen auf den Kurbelwellenwinkel) ist auch unter dem Begriff variable Nockenwellenverstellung (VANOS) bekannt. In Zukunft sollen Steuerzeit- und Ventilhubänderungen bei Brennkraftmaschinen vorzugsweise überlagert werden.

[0003] Wichtig bei derartigen Brennkraftmaschinensystemen ist entweder die korrekte Berechnung der Zylinderfüllung abhängig vom momentanen Saugrohrdruck, insbesondere für die Berechnung der Kraftstoffinspritzmenge oder die korrekte Berechnung des zum Erreichen einer Soll-Zylinderfüllung benötigten Saugrohrdruckes, der mittels der Drosselklappe eingestellt wird. Hierzu ist aus der DE 43 25 902 A1 ein sog. Saugrohrdruckmodell bekannt, bei dem der Zusammenhang zwischen Zylinderfüllung und Saugrohrdruck durch eine Gerade mit Steigung und Offset beschrieben wird. Die Steigung und der Offset werden dabei insbesondere abhängig von der Ventilüberschneidung, d. h. dem Kurbelwellenwinkelbereich, über den ein Einlaßventil und ein Auslaßventil eines Zylinders gemeinsam geöffnet sind, bestimmt. Dieses Verfahren ist jedoch insbesondere bei einer Überlagerung der Steuerzeit und Ventilhubänderungen zu ungenau.

[0004] Es ist daher Aufgabe der Erfindung ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung eingangs genannter Art im Hinblick auf die Genauigkeit und die Flexibilität der Steuermaßnahmen zu verbessern.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche gelöst.

[0006] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß das Saugrohrmodell beibehalten werden kann, aber von der Art der Gaswechselsteuerung unabhängig wird, wenn die Steigung und/oder der Offset der Gerade, die dem Saugrohrdruckmodell zugrundeliegt, ab-

hängig von der Ventilüberschneidungsfläche bestimmt wird. Besonders genau wird die erfindungsgemäße Steuerung, wenn zur Ventilüberschneidungsfläche selbst auch deren Lage, insbesondere mit Bezug auf einen definierten Kurbelwellenwinkel, berücksichtigt wird.

[0007] Aufgrund der Erfindung muß bei Verwendung des bekannten Saugrohrdruckmodells trotz erweiterter Brennkraftmaschinenfunktionen nicht berücksichtigt werden, ob eine Ventilhubänderung, eine Steuerzeitenänderung oder beides vorgenommen wird. Weiterhin muß nicht berücksichtigt werden, ob die Auslaßventile, die Einlaßventile oder beide Ventilarten beeinflusst werden. Hierdurch wird ein einfaches, aber flexibles System geschaffen.

[0008] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigt

- Fig. 1 den Ventilhubverlauf bei einer Gaswechselsteuerung ohne Ventilhubänderung
- Fig. 2 den Ventilhubverlauf bei einer Gaswechselsteuerung mit Ventilhubänderung und
- Fig. 3 eine mögliche Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, das beispielsweise in einem ohnehin vorhandenen elektronischen Brennkraftmaschinen-Steuergerät integriert werden kann.

[0009] In den Figuren 1 und 2 sind auf der Abszisse jeweils der Kurbelwellenwinkel KW und auf der Ordinate jeweils der Ventilhub h aufgetragen. Die Figuren 1 und 2 zeigen die Ventilhubverläufe h_A und h_E des Auslaßventils und des Einlaßventils eines Zylinders, auch Ventilerhebungskurven genannt.

[0010] Die Ventilüberschneidungsfläche F_U ist die Schnittfläche (vgl. Schraffur) der beiden Flächen, die jeweils durch die Ventilhubverläufe h_A bzw. h_E sowie durch die Abszisse eingeschlossen werden. Die Lage der Ventilüberschneidungsfläche F_U wird durch den Abstand V_U des Schwerpunktes S der Ventilüberschneidungsfläche F_U zu einem Referenz-Kurbelwellenwinkel, hier dem sog. oberen Totpunkt OT , bestimmt. Der obere Totpunkt OT liegt bei einem Kurbelwellenwinkel KW von 360° . Der Schwerpunkt S der Ventilüberschneidungsfläche F_U entspricht dem Schnittpunkt der Ventilhubverläufe h_A und h_E .

[0011] Für die Erfindung ist es unerheblich, ob nur eine Ventilsteuerzeitveränderung, wie in Fig. 1 dargestellt, oder ob ggf. zusätzlich eine Ventilhubänderung, wie bei dem Einlaßventil in Fig. 2 dargestellt, vorgenommen wird.

[0012] Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel für das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung als Teil eines Steuergerätes (hier nicht dargestellt).

[0013] Grundsätzlich wird von dem bekannten, eine Gerade beschreibenden Saugrohrdruckmodell ausgegangen:

$$r_l = p_s \times K + p_0,$$

wobei

r_l die Zylinderfüllung,
 p_s der Saugrohrdruck,
 K die Steigung der Gerade und
 p_0 der Offset der Gerade

ist. (vgl. hierzu auch Fig. 2 der DE 43 25 902 A1)

[0014] Bei dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel wird die Steigung K und der Offset p_0 abhängig von der Ventilüberschneidungsfläche $F_{\text{Ü}}$ und der Lage der Ventilüberschneidungsfläche $F_{\text{Ü}}$ bestimmt. Die Lage der Ventilüberschneidungsfläche $F_{\text{Ü}}$ wird durch den Abstand $V_{\text{Ü}}$ des Schwerpunktes S der Ventilüberschneidungsfläche $F_{\text{Ü}}$ zum Kurbelwellenwinkel $360^\circ (=OT)$ bestimmt (vgl. Fig. 1 und Fig. 2).

[0015] Die Einlaßspreizung s_E , die Auslaßspreizung s_A , der Einlaßventilhub h_E und der Auslaßventilhub h_A sind Eingangssignale der Flächenberechnungseinheit 1 und der Lageberechnungseinheit 4. Unter Spreizung (s_E , s_A) wird insbesondere der Kurbelwellenwinkel KW am jeweiligen Maximum der Ventilhubverläufe h_A und h_E verstanden. Die Einlaßspreizung s_E und die Auslaßspreizung s_A dienen beispielsweise bezogen auf den Referenz-Kurbelwellenwinkel bei OT als Maß für die Änderungen der Ventilsteuerzeiten. Abhängig von diesen Eingangssignalen wird zum einen die Ventilüberschneidungsfläche $F_{\text{Ü}}$, z. B. mittels der Flächenberechnungsmethode nach Hardenberg, bestimmt. Zum anderen wird abhängig von denselben Eingangssignalen die Lage der Ventilüberschneidungsfläche $F_{\text{Ü}}$ bestimmt. Die Lage der Ventilüberschneidungsfläche $F_{\text{Ü}}$ wird als Abstandes $V_{\text{Ü}}$ des Flächen-Schwerpunktes S von dem dem oberen Totpunkt OT zugeordneten Kurbelwellenwinkel KW definiert. (Fig. 1, Fig. 2)

[0016] Die Ventilüberschneidungsfläche $F_{\text{Ü}}$ und die Drehzahl n der Brennkraftmaschine sind Eingangssignale einer Kennfeldereinheit 2, deren Ausgangssignale ein Steigungsgrundwert K' und ein Offsetgrundwert p_0' sind.

[0017] Die Lage der Ventilüberschneidungsfläche $F_{\text{Ü}}$ in Form des Abstandes $V_{\text{Ü}}$ und die Drehzahl der Brennkraftmaschine sind Eingangssignale der Korrekturberechnungseinheit 5, deren Ausgangssignale ein steigungsbezogener Korrekturfaktor KG_1 und ein offsetbezogener Korrekturwert KG_2 sind.

[0018] Der steigungsbezogene Korrekturfaktor KG_1 wird mit dem Steigungsgrundwert K' multipliziert. Ergebnis dieser Multiplikation ist die Steigung K der Geradengleichung des Saugrohrdruckmodells. Der offsetbezogenen Korrekturwert KG_2 wird mit dem Offsetgrundwert p_0' addiert. Ergebnis dieser Addition ist der Offset p_0 der Geradengleichung des Saugrohrdruckmodells.

[0019] In der Druckberechnungseinheit 3 ist das Saugrohrdruckmodell in Form der oben genannten Ge-

raden abgelegt. Bei vorgegebener Soll-Zylinderfüllung r_l wird die Gleichung nach dem Saugrohrdruck p_s aufgelöst. Anschließend wird die Drosselklappe DK derart angesteuert, daß dieser Saugrohrdruck p_s erreicht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur elektronischen Steuerung von Aktuatoren einer Brennkraftmaschine mit variabler Gaswechselsteuerung mittels eines Saugrohrdruckmodells, bei dem der Zusammenhang zwischen Zylinderfüllung und Saugrohrdruck durch eine Gerade mit Steigung und Offset beschrieben wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Steigung (K) und/oder der Offset (p_0) abhängig von der Ventilüberschneidungsfläche ($F_{\text{Ü}}$) bestimmt werden.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steigung (K) und/oder der Offset (p_0) auch abhängig von der Lage der Ventilüberschneidungsfläche ($F_{\text{Ü}}$) bestimmt werden.
3. Verfahren nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Ventilüberschneidungsfläche ($F_{\text{Ü}}$) durch den Abstand ($V_{\text{Ü}}$) des Schwerpunktes (S) der Ventilüberschneidungsfläche ($F_{\text{Ü}}$) zu einem Referenz-Kurbelwellenwinkel (OT) bestimmt wird.
4. Vorrichtung zur elektronischen Steuerung von Aktuatoren einer Brennkraftmaschine mit variabler Gaswechselsteuerung und mit einem Steuergerät, das ein Saugrohrdruckmodell enthält, bei dem der Zusammenhang zwischen Zylinderfüllung und Saugrohrdruck durch eine Gerade mit Steigung und Offset beschrieben ist, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (1, 2) vorgesehen sind, durch die die Steigung (K) und/oder der Offset (p_0) abhängig von der Ventilüberschneidungsfläche ($F_{\text{Ü}}$) bestimmt werden.
5. Vorrichtung nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (4, 5) vorgesehen sind, durch die die Steigung (K) und/oder der Offset (p_0) auch abhängig von der Lage der Ventilüberschneidungsfläche ($F_{\text{Ü}}$) bestimmt werden.
6. Vorrichtung nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (4, 5) vorgesehen sind, durch die die Lage der Ventilüberschneidungsfläche ($F_{\text{Ü}}$) durch den Abstand ($V_{\text{Ü}}$) des Schwerpunktes (S) der Ventilüberschneidungsfläche ($F_{\text{Ü}}$) zu einem Referenz-Kurbelwellenwinkel (OT) bestimmt wird.

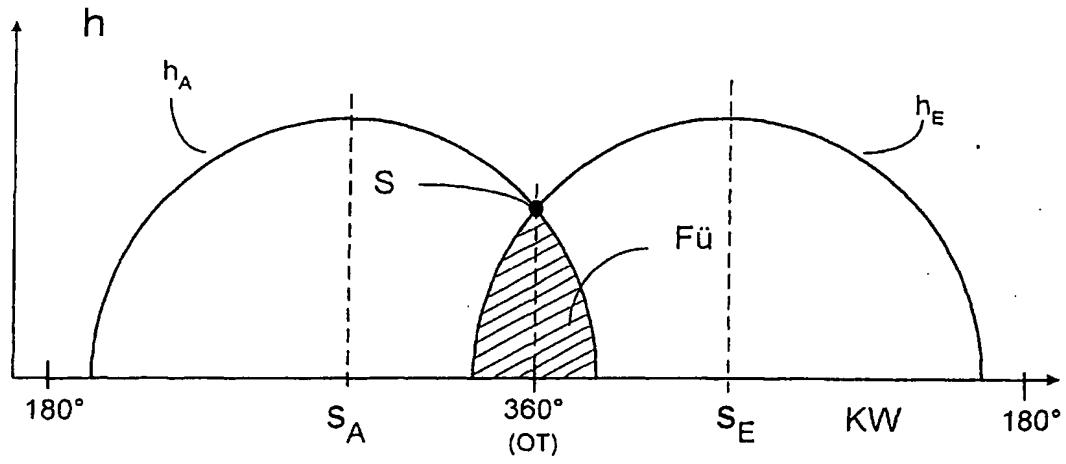


Fig. 1

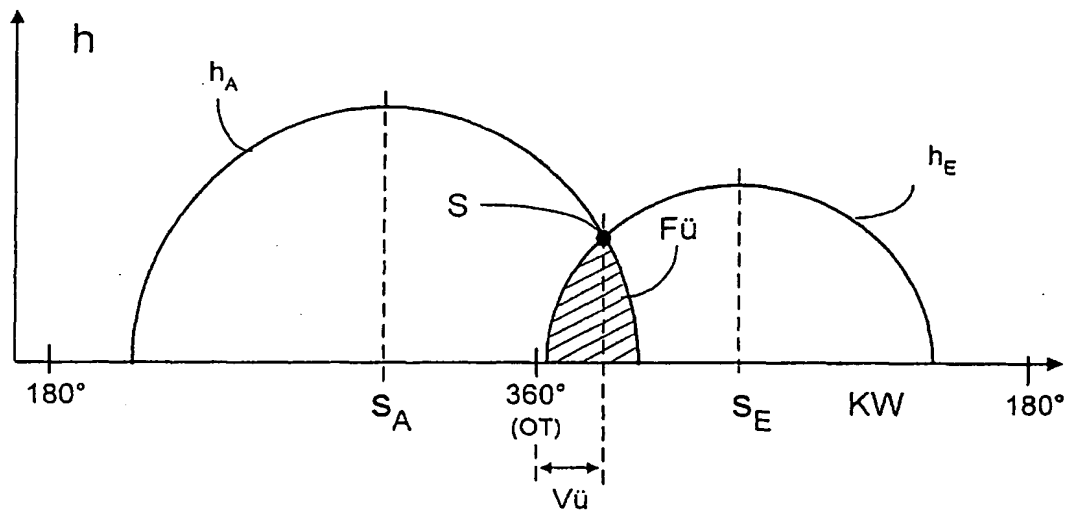


Fig. 2

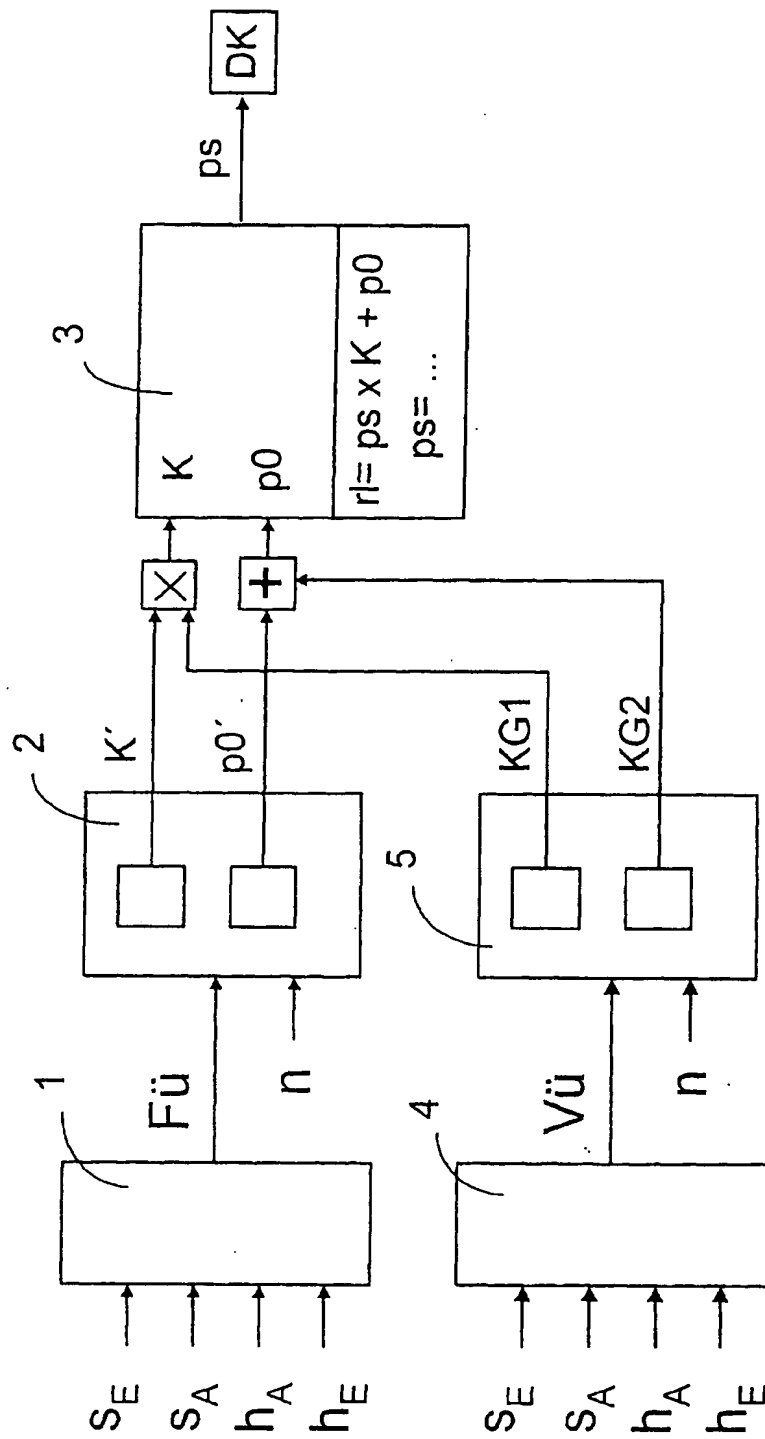


Fig. 3